

PCT/DE 00 / 04508

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 00 / 04508

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)



REC'D 28 FEB 2001

WIPO

PCT

ETV

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**Aktenzeichen:**

199 62 341.4

**Anmeldetag:**

23. Dezember 1999

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Sender zum Versenden von Signalen über Funkkanäle und Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle

**IPC:**

H 04 B, H 04 J, H 04 L

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*J. Müller*

Woodsinger

***This Page Blank (uspto)***

29.11.99 Vg/Kat

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Sender zum Versenden von Signalen über Funkkanäle und  
Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Sender zum Versenden von Signalen über Funkkanäle bzw. von einem Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle nach der Gattung der unabhängigen Patentansprüche.

20

Es ist bereits aus M. Schrader und N. Hentati „Reduktion von Außerbandstrahlung von Sendestufen im DAB-COFDM-System“, OFDM Fachgespräche, September 1998, Braunschweig, abgedruckt im Konferenzband, bekannt, daß OFDM (Orthogonaler Frequenz-Multiplex, engl. Orthogonal Frequency Division Multiplex) Signale vorverzerrt werden und zwar nach den Übertragungseigenschaften des Verstärkers im Sender. Dies ist notwendig, da die OFDM-Signale aufgrund des großen Unterschiedes zwischen den kleinen und den großen Amplituden, die in den OFDM-Signalen vorkommen, also der Dynamik oder Amplitudenvarianz, hohe Anforderungen an eine Linearität des Verstärkers im Sender stellen, weil alle Amplituden des OFDM-Signals linear verstärkt werden sollen. Es wurde in dem oben erwähnten Beitrag ein rückgekoppeltes System zur Vorverzerrung vorgeschlagen, bei dem ein Teil des verstärkten OFDM-Signals rückgekoppelt wird und mit einem

30

35

**This Page Blank (uspto)**

gepufferten OFDM-Signal verglichen wird, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers im Sender zu bestimmen. Das gepufferte OFDM-Signal ist das OFDM-Signal, das dann verstärkt und rückgekoppelt wird. Da das OFDM-Signal einem Rauschsignal in seinen Eigenschaften sehr ähnlich ist, ist eine anspruchsvolle Synchronisation für das gepufferte OFDM-Signal und das verstärkte OFDM-Signal hier erforderlich.

#### Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Sender zum Versenden von Signalen über Funkkanäle bzw. das erfindungsgemäße Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche hat demgegenüber den Vorteil, daß ein Meßsignal in das OFDM-Signal eingetastet wird, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers zu bestimmen. Das hat den Vorteil, daß die kompletten Übertragungseigenschaften des Verstärkers ermittelt werden und damit eine bessere Vorverzerrung der OFDM-Signale ermöglicht wird.

Weiterhin ist von Vorteil, daß durch den Einsatz eines geeigneten Meßsignals eine einfachere und leichtere Synchronisation mit dem rückgekoppelten Meßsignal und einem gepufferten Meßsignal möglich wird.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, daß das Meßsignal nur in vorgegebenen Zeitabschnitten eingetastet wird, wodurch eine Verschlechterung des gesendeten Signals durch die Eintastung minimiert wird.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und

Verbesserungen des in den unabhängigen Patentansprüchen angegebenen Senders bzw. Verfahrens möglich.

5 Besonders vorteilhaft ist, daß als Modulationsverfahren für ein Aufprägen der Information auf die OFDM-Signale eine differentielle Phasenmodulation, vorzugsweise eine differentielle Quadraturphasenumtastung, eingesetzt wird. Dies hat den Vorteil, daß der Empfänger keine absolute Phase bestimmen muß, sondern allein die Phasenänderung zwischen  
10 den Signalen für eine Demodulation ermitteln muß.

Darüber hinaus ist von Vorteil, daß das Meßsignal eine von der Zeit unabhängige Einhüllende aufweist. Dadurch wird der Einfluß des Meßsignals auf die Messung selbst minimiert.

15 Es ist von Vorteil, daß die Amplitude des Meßsignals schrittweise erhöht wird, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers zu bestimmen. Dadurch wird eine Übertragungskennlinie des Verstärkers schrittweise  
20 ermittelt.

Darüber hinaus ist von Vorteil, daß das Meßsignal solch eine Amplitude aufweist, daß der Verstärker damit voll  
ausgesteuert wird. Dies spart bei der Ermittlung der Übertragungskennlinie Zeit und Bandbreite. Um dann die einzelnen Abschnitte der Übertragungskennlinie zu bestimmen, werden Abtastwerte dieses Meßsignals verwendet, um die Übertragungseigenschaften zu bestimmen.

30 Darüber hinaus ist von Vorteil, daß das Meßsignal in ein Synchronisationssymbol der Signale eingetastet wird, so daß keine Bandbreite für Nutzdaten verlorengeht.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen OFDM-Senders, Figur 2 einen DAB-Rahmen und  
5 Figur 3 ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10 Orthogonaler Frequenzmultiplex (engl. Orthogonal Frequency Division Multiplex = OFDM) ist ein bekanntes und erfolgreiches Verfahren für mobile Funkanwendungen. Bei OFDM werden die zu versendenden Signale auf viele Unterträger verteilt, wobei diese Unterträger zueinander einen  
15 bestimmten Frequenzabstand haben, so daß sich die auf die Unterträger verteilten Signale gegenseitig nicht stören. Dieses Verhalten wird mit orthogonal beschrieben.

20 OFDM wird daher für digitale Rundfunkübertragungsverfahren eingesetzt, insbesondere für den mobilen Empfang, zum Beispiel mittels Autoradios. Dazu gehören DAB (Digital Audio Broadcasting), DVB (Digital Video Broadcasting) und DRM (Digital Radio Mondial). Diese Rundfunkübertragungsverfahren profitieren von der Eigenschaft von OFDM, daß, wenn eine frequenzselektive Dämpfung auftritt, nur ein geringer Teil des übertragenen Rundfunksignals gestört wird, da das Rundfunksignal auf eine Vielzahl von Frequenzen verteilt wurde und nur ein Signalanteil gestört wird, der auf einer  
25 Frequenz übertragen wird, bei der eine starke Dämpfung auftritt. Der gestörte Signalanteil wird durch fehlerdetektierende- und korrigierende Maßnahmen korrigiert. Zu diesen fehlerdetektierenden und -korrigierenden Maßnahmen gehören fehlerdetektierende und -korrigierende Codes wie z.B. Blockcodes oder Faltungscodes.

Bei OFDM tritt nach dem Verteilen der zu übertragenden Signale auf die Unterträger eine Summierung im Zeitbereich der verteilten Signale auf, wobei die Amplituden sich so addieren können, daß die Amplituden des überlagerten Signals zu bestimmten Zeitpunkten einmal einen sehr großen Wert annehmen und zum anderen einen sehr kleinen Wert annehmen. Dies hängt von der Phasenbeziehung der sich addierenden Signalanteile ab, ob sich die Signale konstruktiv oder destruktiv addieren. Ein Verstärker im Sender hat dabei die Aufgabe, alle Amplituden gleich zu verstärken, so daß keine nichtlinearen Verzerrungen auftreten.

Um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers im Sender zu berücksichtigen, ist eine Vorverzerrung vorgesehen. Um eine Übertragungskennlinie des Verstärkers zu bestimmen, muß ein Signal, das von dem Verstärker verstärkt wurde, mit dem ursprünglichen Signal verglichen werden. Das OFDM-Signal ist aufgrund der unkorrelierten Folge von Amplituden, die durch die Addition der einzelnen Signalanteile auftritt, eine Herausforderung, da eine Synchronisation des ursprünglichen OFDM-Signals mit dem verstärkten OFDM-Signal schwierig ist.

Für die Verstärkung der OFDM-Signale soll der Verstärker nur im linearen Bereich betrieben werden. Wird ein Signal, das bei einer bestimmten Frequenz übertragen wird, auf eine nichtlineare Kennlinie gegeben, z.B. eben die des Verstärkers, entstehen Frequenzkomponenten bei Vielfachen dieser bestimmten Frequenz. Sind diese Vielfachen außerhalb des Sendefrequenzspektrums, spricht man von Außerbandstrahlung, da dann Signalenergie außerhalb des verfügbaren Spektrums übertragen wird und damit für die Signalübertragung verlorenggeht, weil ein Empfänger die Außerbandstrahlung herausfiltert. Darüber hinaus stört die Außerbandstrahlung andere Übertragungssysteme die bei



Frequenzen eingesetzt werden, bei denen die  
Außerbandstrahlung auftritt.

5 Sind neue Frequenzkomponenten innerhalb des zur Verfügung  
stehenden Sendefrequenzspektrums vorhanden, werden  
unerwünschte Signalkomponenten im Empfänger demoduliert. Es  
kommt also zu einem Nebensprechen. Dadurch wird die  
Signalqualität und damit die Bitfehlerrate des empfangenen  
10 Signals entscheidend verschlechtert. Die Bitfehlerrate gibt  
an, wie viele Bits pro empfangenen Bits falsch detektiert  
werden. Um die Bitfehlerrate zu bestimmen, werden die  
fehlerdetektierenden Codes verwendet. Das OFDM-Signal liegt  
also nach dem Verteilen der zu übertragenden Signale auf die  
15 Unterträger wie ein Rauschsignal vor, wobei einzelne  
Amplitudenspitzen den Verstärker des Senders in den  
nichtlinearen Bereich treiben können. Daher ist eine  
Vorverzerrung des OFDM-Signals notwendig, damit die  
Kennlinie des Verstärkers keinen Einfluß auf das Spektrum  
des OFDM-Signals nimmt.

20 In Figur 1 ist ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen  
OFDM-Senders dargestellt. Eine Datenquelle 1 dient hier zur  
Erzeugung der Daten. Die Datenquelle 1 ist hier ein  
Mikrofon mit angeschlossener Elektronik zur Verstärkung und  
Digitalisierung der vom Mikrofon gewandelten Sprachsignale.  
Das Mikrofon 1 wandelt Schallwellen in analoge elektrische  
Signale um, die von der an das Mikrofon angeschlossenen  
Elektronik verstärkt und digitalisiert werden. Der aus  
25 diesen Sprachsignalen entstandene digitale Datenstrom führt  
in eine Quellencodierung 2. Diese Quellencodierung 2 wird  
auf einem Prozessor durchgeführt.

30 Die Quellencodierung 2 reduziert die Zahl der Bits die aus  
den Sprachsignalen entstanden ist, indem die  
35 Quellencodierung 2 Redundanz aus dem digitalen Datenstrom

entnimmt. Unter Ausnutzung von psychoakustischen Modellen werden aus den Sprachsignalen Daten eliminiert, die zur Wiedergabe der Sprachsignale nicht notwendig sind. Der durch die Quellencodierung 2 reduzierte Datenstrom wird dann auf  
5 einen OFDM-Modulator 3 gegeben. Im übrigen können neben Sprachsignalen auch andere Daten wie Text-, Bild- und Videodaten übertragen werden. Hier wird dann eine für die Art der Daten spezifische Quellencodierung vorgenommen.

10 Der OFDM-Modulator 3 führt zunächst eine differentielle Phasenmodulation der zu übertragenden Signale durch. Dazu wird die differentielle Quadraturphasenumtastung, die  
15 englisch als Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) bezeichnet wird, verwendet. Die DQPSK ist eine digitale Modulation, bei der die Phasenänderung des Signals moduliert wird. Dabei wird die Phasenänderung in einem bestimmten Zeitabstand, also pro Bit, als Modulationssignal eingesetzt. Hier wird eine Phasenänderung von  $\pm 90^\circ$   
20 verwendet. Differentielle Modulationsverfahren haben den Vorteil, daß kein Absolutwert im Empfänger ermittelt werden muß, um die Signale zu demodulieren, da die übertragene Information in der Phasenänderung der übertragenen Signale enthalten ist. Eine Bitfolge von 110 führt also zu einer Phasenänderung von jeweils  $+90^\circ$  für die beiden Einsen und  $-90^\circ$  für die Null.

Neben der DQPSK können auch andere differentielle und nichtdifferentielle Phasenmodulationsverfahren angewendet werden. Es ist jedoch auch möglich, auch  
30 Amplitudenmodulationsverfahren oder Frequenzmodulationsverfahren hier einzusetzen.

Die DQPSK ist ein komplexes Modulationsverfahren, da die Bits des Bitstroms der in den OFDM-Modulator 3 geführt wird  
35 auf Phasenänderungen abgebildet werden. Wird eine Phase

eines Signals verändert, benutzt man eine komplexe Ebene für die grafische Darstellung der Signale als Zeiger, wobei ein Realteil auf der Abszisse und ein Imaginärteil auf der Ordinate abgetragen wird. Ein Signal mit einer Phase von  $>0$  wird, um diese Phase in der komplexen Ebene gegen den Uhrzeigersinn von der Abszisse aus gedreht. Führt man viermal eine Phasenänderung um  $90^\circ$  durch, ist man wieder bei dem Ausgangssignal. Es sind demnach vier von einander unterscheidbare Modulationszustände mit DQPSK möglich.

Neben der differentiellen QPSK führt der OFDM-Modulator 3 die Verteilung der zu demodulierenden Signale auf die Unterträger durch, so daß ein OFDM-Signal entsteht. Da als Folge der DQPSK, die der OFDM-Modulator 3 durchführt, ein komplexes Signal entsteht, ist ein erster und ein zweiter Datenausgang vom OFDM-Modulator 3 an einen ersten und zweiten Dateneingang eines Vorverzerrers 4 angeschlossen, um zwei Anteile des Signals Imaginär- und Realteil getrennt zu verarbeiten.

Der Vorverzerrer 4 verzerrt die von dem OFDM-Modulator 3 kommenden Signale gemäß einer Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 vor. Die Übertragungskennlinie des Verstärkers gibt an, wie sich die Amplituden und die Phasen des Verstärkerausgangssignals als Funktion der Amplituden des Verstärkereingangssignals verändern. Der Vorverzerrer 4 invertiert diese Kennlinie, um die Vorverzerrung durchzuführen, wobei ein linearer Verstärkungsfaktor des Verstärkers 8 herausgerechnet wird, so daß die Vorverzerrung nicht zu einer Dämpfung der vom OFDM-Modulator 3 kommenden Signale führt. Der Vorverzerrer 4 ist auf einem digitalen Signalprozessor implementiert. Die Daten über die Kennlinie des Verstärkers 8 erhält der Vorverzerrer 4 über einen dritten Dateneingang von einem Meßmodul 12.

Die vorverzerrten Signale gelangen nach dem Vorverzerrer 4 in eine Eintastung 5. Die Signale sind nach wie vor komplex, so daß von dem Vorverzerrer 4 zwei Datenausgänge zu der Eintastung 5 führen. Die Eintastung 5 tastet ein Meßsignal in das vorverzerrte OFDM-Signal ein. Die Eintastung 5 schaltet demnach das Meßsignal in das OFDM-Signal zu bestimmten Zeitpunkten, so daß das Meßsignal anstatt des OFDM-Signals zu diesen Zeitpunkten vorliegt. Diese Zeitpunkte sind vorgegeben, zum Beispiel jede Stunde oder einmal pro Tag. Vor dem tatsächlichen Betrieb des erfindungsgemäßen Senders wird diese Messung durchgeführt und dann später zu den vorgegebenen Zeitpunkten während dem Betrieb des Senders fortgesetzt.

Bei DAB ist zu Beginn eines DAB-Rahmens mit dem die DAB-Signale übertragen werden, ein Nullsymbol zur Synchronisation vorgesehen. Figur 2 zeigt einen DAB-Rahmen. Ein Synchronisationskanal 40 zu Beginn des DAB-Rahmens weist das Nullsymbol auf. In einem sogenannten Fast Information Channel 41 werden Informationen über den Multiplex und andere Service-Informationen übertragen. Ein sogenannter Main-Service-Channel 42 weist die zu übertragenden Daten wie Audioprogramme und/oder Multimediadaten auf.

In dieses Nullsymbol wird das Meßsignal eingetastet, so daß keine anderen Daten, die im DAB-Rahmen übertragen werden, überschrieben werden. Es ist akzeptabel, daß ein Synchronisationssymbol das Nullsymbol eines DAB-Rahmens mit einem Meßsignal überschrieben wird, da nicht zu erwarten

ist, daß die Synchronisation nach einem Rahmen bereits aussetzt, denn die Eintastung erfolgt, wie oben erwähnt, relativ selten. Das Meßsignal, das auch komplex ist, wird von einem Signalgenerator 13 erzeugt. Der Signalgenerator 13 weist zwei Datenausgänge auf, die zu der Eintastung 5 führen. Die Eintastung 5 erhält damit über seinen dritten

und vierten Dateneingang das Meßsignal von dem Signalgenerator 13. Der Signalgenerator 13 ist ein allgemein üblicher Oszillator zur Erzeugung von Sinusschwingungen.

5 Das Meßsignal kann alternativ auch vor dem Vorverzerrer eingetastet werden. Weiter unten wird dieser Punkt erläutert.

Das Meßsignal hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

10 Zunächst darf das Meßsignal nicht von einem Baustein des Verstärkers gefiltert werden, daher wird für das Meßsignal eine sehr niedrige Frequenz verwendet. Darüber hinaus ist eine Bedingung, daß das Meßsignal eine konstante Einhüllende aufweist. Damit haben also die Amplituden eines Meßsignals  
15 den gleichen Wert, so daß die Einhüllende, die jeweils im positiven und negativen Bereich von Maximalwert zu Maximalwert gezogen wird, eine Parallele zur Abszisse ist, die die Zeitachse darstellt. Dadurch wird eine einfache Bestimmung des Übertragungsverhaltens des Verstärkers durch  
20 solch ein Meßsignal ermöglicht. Eine Sinusschwingung zeigt ein solches Verhalten.

Das OFDM-Signal mit dem eingetasteten Meßsignal geht über den ersten und zweiten Datenausgang als komplexes Signal von der Eintastung 5 zu jeweils einem Digital-Analogwandler 30 und 35, die die Anteile des komplexen Signals in analoge Signale umwandeln, die dann in einen Quadraturmodulator 6 gelangen. Mit dem Quadraturmodulator 6 wird das komplexe  
~~OFDM-Signal mit dem eingetasteten Meßsignal in ein reelles~~

30 Signal umgewandelt. Dabei wird das komplexe Signal  $y(t)$ , das mathematisch mit

$$y(t) = a(t) + jb(t)$$

beschrieben wird, und durch folgende Vorschrift in ein reelles Signal  $x(t)$  umgewandelt:

35 
$$x(t) = a(t)\cos(\omega t) - b(t)\sin(\omega t)$$

Dabei ist  $\omega$  eine Frequenz, um die das OFDM-Signal durch eine Aufwärtsmischung in eine Zwischenfrequenz umgesetzt wird.

5 Nach dem Quadraturmodulator 6 folgt eben die Aufwärtsmischung 7, wobei nun das reelle OFDM-Signal in den Zwischenfrequenzbereich umgesetzt wird. Die Aufwärtsmischung 7 weist daher einen Oszillator auf, um die Frequenz zu erzeugen, um die das OFDM-Signal verschoben werden soll.

10 Das in die Zwischenfrequenz umgesetzte OFDM-Signal wird nach der Aufwärtsmischung 7 in den Verstärker 8 geführt oder entsprechend der Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 verstärkt. Nach dem Verstärker 8 gelangen die OFDM-Signale  
15 einerseits zu einer Antenne 9, um damit versendet zu werden und andererseits zu einer Abwärtsmischung 10, die das verstärkte Signal wieder in ein Basisband herabsetzt. Dieser Anteil des OFDM-Signals wird also rückgekoppelt. Der Anteil  
20 ist natürlich im Vergleich zum versendeten Anteil sehr klein, zum Beispiel kleiner als ein Prozent, da die meiste Signalenergie zur Abstrahlung der OFDM-Signale verwendet wird. Die Auskopplung des rückgekoppelten OFDM-Signals erfolgt mit einem Richtkoppler. Der Richtkoppler weist zwei Leitungen auf, die so platziert sind, daß eine elektromagnetische Auskopplung von Signalenergie von einer Leitung zur anderen Leitung ermöglicht wird.

Das Basisband ist der Frequenzbereich, in dem die Daten erzeugt wurden. Nach der Abwärtsmischung 10 wird in einem  
30 Quadraturdemodulator aus dem reellen Signal wieder ein komplexes Signal erzeugt, so daß der Quadraturmodulator 11 über zwei Datenausgänge verfügt, an die jeweils ein Analog-Digital-Wandler 31 und 32 angeschlossen ist, die die Anteile des komplexen Signals digitalisieren. Die digitalisierten  
35 Signale gelangen dann in das Meßmodul 12.

Das Meßmodul 12 erhält also über seinen ersten und zweiten Dateneingang das OFDM-Signal mit dem eingetasteten Meßsignal, das von dem Verstärker 8 verstärkt wurde. Über seinen dritten und vierten Dateneingang erhält das Meßmodul 12 von dem ersten und zweiten Datenausgang der Eintastung 5 das OFDM-Signal mit dem eingetasteten Meßsignal. Das OFDM-Signal mit dem eingetasteten Meßsignal, das von der Eintastung 5 zum Meßmodul 12 geführt wird, wird im Meßmodul 12 zwischengespeichert, bis das gleiche OFDM-Signal mit dem eingetasteten Meßsignal von dem Quadraturdemodulator 11 zum Meßmodul 12 gesendet wird. Damit wird ein Vergleich des eingetasteten Meßsignals vor und nach dem Verstärker 8 möglich. Durch den Vergleich nach Betrag und Phase in Abhängigkeit von den Eingangsamplituden wird die Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 bestimmt. Um die Synchronisation durchzuführen, ist das Meßmodul 12 über seinen fünften Dateneingang mit einem dritten Datenausgang des Signalgenerators 13 verbunden, so daß das Meßmodul 12 darüber informiert wird, wann ein Meßsignal erzeugt wird. Das Meßmodul 12 weist einen Datenausgang auf, der mit einem zweiten Dateneingang des Vorverzerrers 4 verbunden ist, so daß der Vorverzerrer 4 gemäß der übermittelten Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 die von dem OFDM-Modulator kommenden Signale vorverzerrt. Das Meßmodul 12 arbeitet nur, wenn ein Meßsignal eingetastet wird. Ein Prozessor steuert den Signalgenerator 13, wann das Meßsignal erzeugt wird.

---

In Figur 3 ist ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle dargestellt. In Verfahrensschritt 14 werden die Daten erzeugt. Dies geschieht mittels eines Mikrophons, wie es oben beschrieben wurde. Aber auch andere Datenquellen sind möglich, wozu zum Beispiel ein Computer mit einer Tastatur gehört. In

Verfahrensschritt 15 wird eine Quellencodierung durchgeführt, wobei von den Sprachsignalen Redundanz genommen wird, die für eine Rekonstruktion der Sprachdaten im Empfänger nicht notwendig sind. In Verfahrensschritt 16 wird eine Modulation des Datenstroms nach der Quellencodierung 15 durchgeführt, wobei hier eine, wie oben beschrieben wurde, differentielle Phasenmodulation durchgeführt wird.

In Verfahrensschritt 17 wird mittels einer OFDM-Modulation der Datenstrom auf verschiedene Unterträger verteilt. In Verfahrensschritt 18 wird eine Vorverzerrung gemäß der Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 vorgenommen. In Verfahrensschritt 19 wird ein Meßsignal erzeugt. In Verfahrensschritt 20 wird das Meßsignal in das vorverzerrte OFDM-Signal zu bestimmten Zeitpunkten eingetastet und zwar an der Stelle des Nullsymbols. In Verfahrensschritt 43 wird eine Digital-Analog-Wandlung des OFDM-Signals mit dem Meßsignal vorgenommen. In Verfahrensschritt 21 wird eine Quadraturmodulation durchgeführt, um aus dem komplexen Signal ein reelles Signal herzustellen.

In Verfahrensschritt 22 wird das reelle Signal in die Zwischenfrequenz umgesetzt. In Verfahrensschritt 23 wird mittels des Verstärkers 8 eine Verstärkung des umgesetzten Signals vorgenommen. In Verfahrensschritt 24 wird das verstärkte Signal versendet, während ein Teil des verstärkten Signals in Verfahrensschritt 25 wieder abwärts gemischt wird und mit einem Quadraturdemodulator in Verfahrensschritt 26 in ein komplexes Signal wieder umgewandelt wird. In Verfahrensschritt 44 wird eine Analog-Digital-Wandlung des komplexen Signals vorgenommen, um in Verfahrensschritt 27 einen Vergleich mit dem gleichen Meßsignal, das eingetastet wurde und dem Meßsignal, das über den Verstärker 8 gegangen ist, durchzuführen, um die



Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 zu ermitteln. Wird kein Meßsignal eingetastet, endet hier das Verfahren. In Verfahrensschritt 28 wird der Vorverzerrer entsprechend der ermittelten Übertragungskennlinie des Verstärkers 8  
5 eingestellt. In Verfahrensschritt 29 endet das Verfahren.

Das Meßsignal, das in verschiedene DAB-Rahmen eingetastet wird, wird in seiner Amplitude schrittweise erhöht, um die Kennlinie des Verstärkers 8 voll durchzufahren. Damit wird  
10 die gesamte Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 ermittelt.

Alternativ wird ein Meßsignal mit einer nicht konstanten Einhüllenden in das OFDM-Signal eingetastet. Die Einhüllende  
15 des Meßsignals wird so eingestellt, daß der Verstärker 8 voll angesteuert wird. Durch Abtastwerte dieses Meßsignals wird die Übertragungskennlinie des Verstärkers 8 bestimmt.

In einer Alternative kann das Meßsignal vor dem Vorverzerrer  
20 4 eingetastet werden, wobei dann der Vorverzerrer 4 mit konstanten Werten geladen wird, so daß der Vorverzerrer 4 dann einen bekannten Einfluß auf das Signal ausübt, der herausgerechnet werden kann. Idealerweise verändert der Vorverzerrer 4 dann das Signal nicht.

---

29.11.99 Vg/Kat

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

### Ansprüche

10

1. Sender zum Versenden von Signalen über Funkkanäle, wobei ein Modulator (3) eine Modulation an den zu versendenden Signalen durchführt und die modulierten Signale auf verschiedene Unterträger verteilt, wobei ein Vorverzerrer (4) die auf verschiedene Unterträger verteilten Signale gemäß den Übertragungseigenschaften eines Verstärkers (8) vorverzerrt, wobei ein Mischer (7) die vorverzerrten Signale von einem Basisband in eine Zwischenfrequenz umsetzt, wobei der Verstärker (8) die umgesetzten Signale verstärkt, wobei eine Antenne (9) einen ersten Teil der verstärkten Signale versendet, wobei ein Mischer (10) einen zweiten Teil der verstärkten Signale von der Zwischenfrequenz in das Basisband heruntermischt, wobei ein Meßmodul (12) die heruntergemischten Signale mit den vorverzerrten Signalen vergleicht, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers (8) zu ermitteln und dem Vorverzerrer (4) die Übertragungseigenschaften des Verstärkers (8) mitteilt, dadurch gekennzeichnet, daß ein Signalgenerator (13) ein Meßsignal erzeugt, daß eine Eintastung (5) das Meßsignal in die Signale zu vorgegebenen Zeitpunkten eintastet und daß das Meßmodul (12) das Meßsignal in den heruntergemischten

15

20

30

erhalten.

30

35

2. Sender nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintastung (5) das Meßsignal in die vorverzerrten Signale zu

vorgegebenen Zeitpunkten eintastet und daß das Meßmodul (12) das Meßsignal in den heruntergemischten Signalen mit dem Meßsignal in den vorverzerrten Signalen vergleicht, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers (8) zu ermitteln.

5

3. Sender nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintastung (5) das Meßsignal vor dem Vorverzerrer (4) eintastet, wobei der Vorverzerrer (4) dabei mit einem Satz von konstanten Werten geladen wird.

10

4. Sender nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Modulator (3) eine differentielle Phasenmodulation, vorzugsweise eine differentielle Quadraturphasenumtastung, durchführt.

15

5. Sender nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgenerator (13) das Meßsignal mit einer von der Zeit unabhängigen Einhüllenden erzeugt.

20

6. Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle, wobei die zu versendenden Signale moduliert werden, wobei die modulierten Signale auf Unterträger verteilt werden, wobei die auf die Unterträger verteilten Signale gemäß den Übertragungseigenschaften eines Verstärkers (8) vorverzerrt werden, wobei die vorverzerrten Signale von einem Basisband in eine Zwischenfrequenz umgesetzt werden, wobei die umgesetzten Signale verstärkt werden, wobei ein erster Teil der verstärkten Signale über die Funkkanäle versendet wird, wobei ein zweiter Teil der verstärkten Signale von einer

30

Zwischenfrequenz in das Basisband umgesetzt wird, wobei die vorverzerrten Signale und die in das Basisband umgesetzten Signale verglichen werden, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers (8) zu ermitteln und dann einem Vorverzerrer (4) mitzuteilen, dadurch gekennzeichnet, daß Meßsignale

35

erzeugt werden, daß die Meßsignale in die Signale zu

vorgebenen Zeitpunkten eingetastet werden und daß das Meßsignal in den Signalen mit dem Meßsignal der verstärkten und in das Basisband umgesetzten Signale verglichen wird, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers (8) zu  
5 ermitteln.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal in die vorverzerrten Signale eingetastet wird.

10 8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal vor dem Vorverzerrer (4) eingetastet wird, wobei der Vorverzerrer mit konstanten Werten geladen wird.

15 9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Amplitude des Meßsignals schrittweise bis zu einer vorgegebenen Größe erhöht wird, um einen Aussteuerbereich des Verstärkers (8) zu messen.

20 10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude des Meßsignals eine Größe aufweist, so daß der Verstärker (8) durch das Meßsignal mindestens voll angesteuert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Abtastwerte des Meßsignals zur Bestimmung der Übertragungseigenschaften des Verstärkers (8) verwendet werden.

30 12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal in ein Synchronisationssymbol eingetastet wird.

29.11.99 Vg/Kat

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Sender zum Versenden von Signalen über Funkkanäle und  
Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle

10

Zusammenfassung

15

20

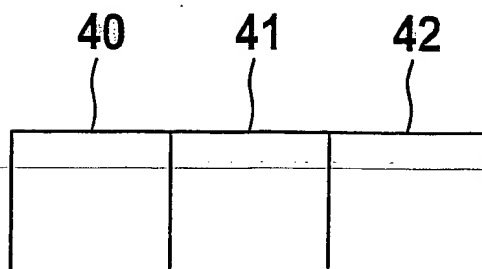
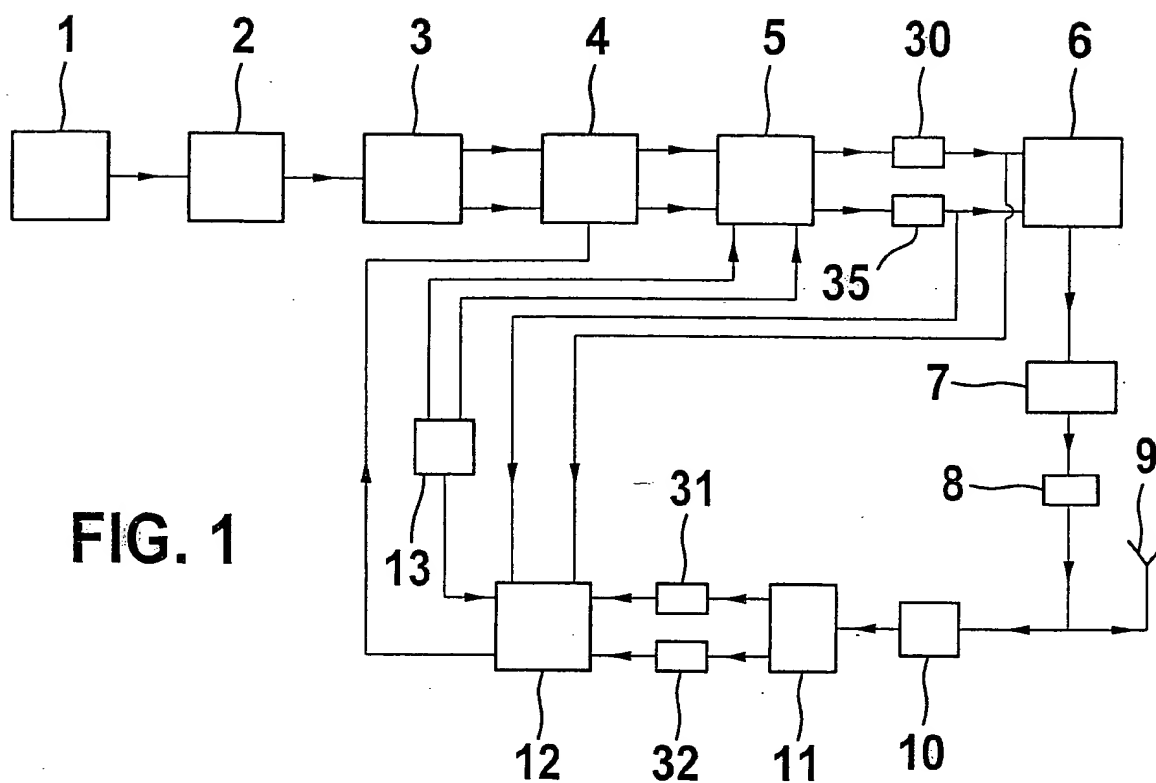
30

Es wird ein Sender zum Versenden von Signalen über Funkkanäle bzw. ein Verfahren zum Senden von Signalen über Funkkanäle vorgeschlagen. Der Sender bzw. das Verfahren dienen zur Bestimmung einer Übertragungskennlinie eines Verstärkers (8) im Sender. Dabei werden in zu versendende OFDM-Signale Meßsignale zu vorgegebenen Zeitpunkten eingetastet, um dann Meßsignale, die von dem Verstärker (8) verstärkt werden, mit Meßsignalen, die in einem Meßmodul (12) gepuffert werden, verglichen zu werden, um die Übertragungskennlinie des Verstärkers (8) zu ermitteln. Diese Übertragungskennlinie des Verstärkers (8) wird von einem Vorverzerrer (4) verwendet, um die Signale entsprechend dieser Übertragungskennlinie vorzuverzerren. Das Meßsignal, das von einem Signalgenerator (13) erzeugt wird, wird in ein Synchronisationssymbol eingetastet, wobei das Meßsignal in seiner Amplitude schrittweise erhöht wird oder eine große Amplitude aufweist, um die Übertragungseigenschaften des Verstärkers (8) zu bestimmen.

Das Meßsignal weist eine von der Zeit unabhängigen Einhüllenden auf.

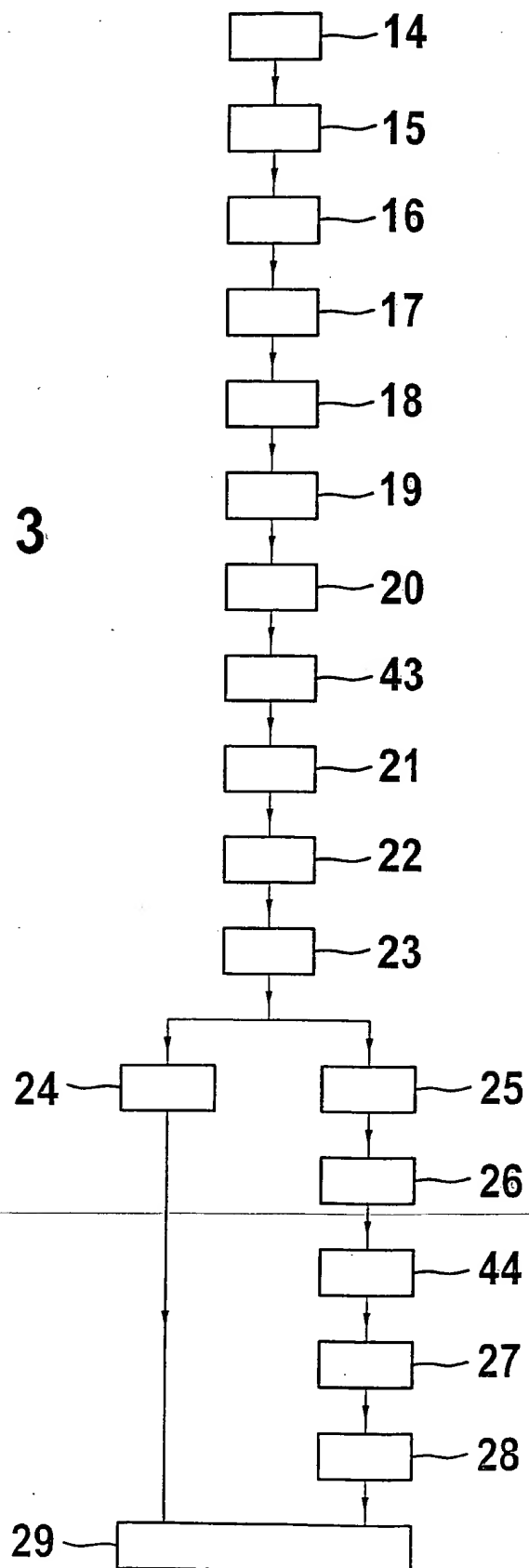
(Figur 1)

1/2



2/2

FIG. 3



**This Page Blank (uspto)**